

# 中心市街地の店舗に存在する リアルオプション価値の計測

Retail Shop's Decision Making in the face of Uncertainty  
—An Applicability of the Real Option Model—

足 立 基 浩  
Adachi, Motohiro

## ABSTRACT

This paper examines the extent to which the real option model can be applied to the real world, with particular reference to town centre management. The paper looks at the so-called “switch option,” in which businesses choose to move out of the town centre. The simulation data results suggest that the switch option increases from ¥60000 to ¥150000 when volatility is raised from 10% to 50%, given a basement value of ¥1 million

## はじめに

日本の中心市街地の衰退が指摘されて久しい。モータリゼーションの進展や郊外型店舗との関係などを含め、その原因の解明に関する研究は多いが、どのように克服するのかについてはいまだ発展途上の段階といえる。一方で、中心市街地の商業店舗の経営行動に関する研究が盛んである。中でも、商業店舗の経営の固定化、もしくは柔軟性（フレキシビリティ）から論じられるケースが増えている。例えば、中心市街地の再開発の場合、再開発の決定、延期など様々な選択肢の中から意思決定がなされるべきであるが、従来の経営理論はそうした柔軟性を必ずしも考慮してはいないとの指摘がある。

これは、従来個別プロジェクトの投資価値の計測には DCF 法（Discount

Cash Flow＝収益還元法）が用いられることが多い。同手法は価値計測が簡便であるとの利点があるものの、将来が一定率で成長するという強い前提条件をおいている。しかし一方で、世界的な経済不況から、世の中には様々な不確実性が強く存在している。この手法での価値測定は投資の現実を上手く説明できないとの批判が多いのも事実である。<sup>(1)</sup>この点に鑑み、本論文では不確実性の存在を考慮したモデルーリアルオプションモデルーを用いた商業主（土地所有者）の行動モデルについて考察を行いたい。リアルオプションモデルは1990年代から研究者たちの間で急速に知られるようになった経営計画や不動産の価値計測の手法である。しかし、現場での実用化にはまだまだいたっていないのも事実である。実際、堀田（2002年）は不動産鑑定評価など現実的な利用に照らした場合の様々な問題点を指摘している。<sup>(2)</sup>

そこで、本稿では中心市街地活性化に関わる主体が持つオプションについて概説を行うとともに、各種前提数値において現実的な設定を行いそのオプションがどれだけの価値を有するのかについて検討を行った。

## 1節 リアルオプションとは何か

金融におけるオプション理論を実物資産投資の意思決定行動に応用したのがリアルオプション理論である。DCF法（理論）では不動産投資価値が投資コストを上回った場合に投資の意思決定がなされると説明されてきた。リアルオプション理論では投資は「権利」として把握されており、将来的に経済状況が悪くなる場合にはこの「権利」を放棄することによって不利な投資を回避する

---

(1) McDonald, R., and D,Seigel.,1986, The Value of Waiting to Invest', Quarterly Journal of Economics 101-4, p111-144. 参照

(2) 堀田は「リアルオプション・アプローチでは、リスク中立確率を用いて評価を行うが、これは、原資産価格の経路がマルチンゲールであることを仮定している。そのためには、市場が少なくとも弱効率的（ウィークフォームで効率的）であることが前提となる。不動産市場にこの効率性の前提を置くことができるのかという問題がある」と指摘している。詳しくは、堀田勝己『Evaluation』第5号（2002年5月）を参照（<http://www.progres-net.co.jp/>）。

ことが可能となる。現在、日本では多くのテーマパークが経営難に陥っているが、リアルオプション理論にもとづいた戦略的投資行動を行っていればリスクは最小化されていたかもしれない<sup>(3)</sup>。不確実性が高い経済環境では経営のフレキシビリティと戦略性が重要と思われる (Trigeorgis, L (1996))。

リアルオプション理論では、①不可逆性、②不確実性、そして③最適投資のタイミング、等の3要素が理論上の重要な構成要素となっている。不可逆性 (Irreversibility) とは、不動産投資が多額のコスト (埋没費用) を伴うため、一度開発を行ったら土地利用が固定化される状態を示す。これは株式投資等と異なり不動産市場に特有の状況である。この結果、投資のタイミングが決定的に重要な要素となる。不動産投資が可逆的であるならばタイミングは問題ではなく、マーケットの状況によって、その都度投資計画を変更すれば良いからである。不確実性の存在こそがオプション理論では重要な要素となる。仮に投資に関して2通りのプロジェクトが存在する場合、不確実性が存在することによって追加情報を得るために投資時期を一時期遅らすことも考えられる。リアルオプション理論では不確実性の存在によって、価値が変動する。<sup>(4)</sup>

Capozza and Lie<sup>(5)</sup> (1994) は土地のオプション価値と開発のタイミングについて分析を行い、不可逆性の価値 (Irreversibility Premium) の存在を理論的に明らかにしている。

リアルオプション理論を初めて実証分析に応用したのは Quigg (1993) である。彼女は未開発地の開発価値をヘドニック手法によって求め、開発延期のオプション価値 (Wait to Develop) が未開発の土地の価値の 6% 程度であると指

(3) Dixit and Pyndic (1994) によれば、「不動産を取得する権利」のことをリアルオプションと定義している。Dixit, A., and R.S.Pyndic, 1994, 'Investment under Uncertainty' Princeton University Press, p7 参照。

(4) Sing, T.F., 1998, 'Real Options in Real Estate: Irreversibility, Volatility and Option Premia in U.K Commercial Property Market', Ph.D dissertation at Cambridge University

(5) Capozza, D.R., and Li, Y., 1994 "The intensity and timing of investment: The case of land," American Economic Review, Vol.84, No.4, pp889-904. を参照

摘している（これをオプションプレミアムと呼ぶ）。Sing and Patel (1999) は土地開発のパターンをいくつかに類型化し（オフィスビル、賃貸住宅など）、イギリスのデータを用いてオプションプレミアムを計測している。その結果、オプション価値は開発価値の約 25% から 30% 程度であると指摘している。

これらのプレミアム値が高いほど、将来が不透明であるために土地所有者は開発のタイミングを遅らせる。これらの実証研究結果は、土地開発の「延期オプション」のみに議論が限定されているが、オプションには開発延期オプション以外に多数が存在する。開発延期オプションに関しては上記に見られる様々な実証研究が可能であるが、その他のオプションに関してはその応用の可能性も含めて従来あまり議論がなされていないのも事実である。

本文の構成は以下の通りである。まず 2 節では、離散型オプション 2 期モデルの概要説明を行う。3 節では数種類のオプションを取り上げ、それらオプション価値の定式化を行う。4 節ではそれまでの計測手法を用いて中心市街地活性化に関するスイッチオプションの価値計測を行う。5 節は本論文のまとめを行う。

## 2 節 2 期モデルによる様々なオプション価値の計測

リアルオプションモデルでは、その収益率の確率過程において離散型もしくは連続型のいずれかを採用する。オプションには、延期 (defer)、拡大 (Expand)、縮小 (Contract)、交換 (Switch) などの種類があるがこれらは基本的には離散型の 2 期型モデル、ないしは 3 期型モデルが採用されている。このリアルオプションの 2 期型モデルは Paxon (1997)<sup>(6)</sup> や Gnedier (1996) らによって定式化がなされている。

Paxon (1997) はリゾート開発を例にとり上記のオプションを組み合わせたタイプのオプションである混合型オプション (= Compound Option) を提案

---

(6) Paxon, D., 'Troia Resort Real Options', presentation paper at Property Research Unit, Cambridge, 1997 参照。

し、混合型のオプション価値はオプションを含まないケースと比較して約 1.6 倍に増大すると結論している。また、Paxon (1997) は不確実性の程度とオプションの種類との関係について考察し、交換型のオプションはボラティリティに敏感に反応すると結論している。

本論文では Paxon (1997) を応用して、昨今注目を集めている中心市街地再開発のケースを例にとり、いく種類かの開発オプションの価値を計測した。

### 3 節 中心市街地開発の延期オプション

#### 3 - 1 中心市街地再開発延期オプション

まずは、地方都市の中心市街地活性化を例にとり、延期オプションについて考察をしてみよう。中心市街地の再生において、大規模な再開発を実施している地域は多い。富山市の LRT の整備や香川県高松市丸亀商店街の再開発、また青森市の中心部の再開発などがその成功例として知られている。ただし、一方で、開発したものの思うように需要が伸びずに計画が頓挫するケースもある。このような場合に「様子を見る」ことで開発価値が潜在的に上昇する可能性がある（投資を諦める選択肢も含め、選択肢そのものが増えるという意味でプロジェクト価値は増大する）。

投資延期オプションの価値とは、将来が不確定な場合、つまり将来開発収益が変動する可能性がある場合「現在」不動産投資を行うよりも「一期だけ待つて」投資を行う場合のプレミアム価値のことをいう。プロジェクトの現在価値がこの不確実性を考慮した価値の部分以上に上昇しない限り開発は行われな

い。定式化は以下に示される。

$$E^+ = \max[V^+ - I, 0]$$

$$E^- = \max[V^- - I, 0]$$

$I$  = 拡大投資を行った場合にかかるコスト

$V^+$  = 状況が改善した場合の中心市街地の開発価値

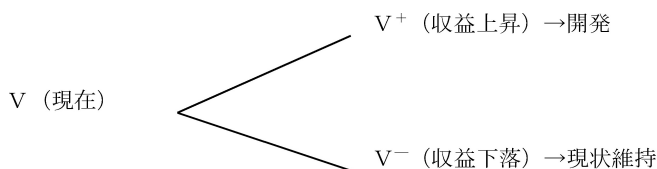
$V^-$  = 状況が改善しなかった場合の中心市街地の開発価値

$E^+$  = 状況が改善した場合のオプション価値

$E^-$  = 状況が改善しなかった場合のオプション価値

中心市街地の再開発の例に則して言えば、現在の不動産不況によって店舗からの賃料が思うように上昇しない場合、開発をやめて現状のままの利用を継続した方がよいかもしれない。その場合、現状の売上げにさほど変化はないが、開発したケースと比較して借金を負うなどのリスクは低い。次期以降に開発を延期するケースを考慮して現在価値を計測することを開発延期オプションと呼ぶことにしよう（図1参照）。

図1 開発の意思決定



$V$  = 中心市街地の投資現在価値

$V^+$  = 状況が改善した場合の投資現在価値

$V^-$  = 状況が改善しない場合の投資現在価値

なお、マーケットの状況が改善する場合、改善しない場合の上記選択ノードの幅は以下に示される。<sup>(7)</sup>

$$\text{上昇した場合} = \left( \frac{\mu + \frac{\sigma}{2}}{\sigma} \right)$$

(7) Valuation of Prtroperty Development Project with Multiple Options,1996, Yuk-Ping Barbara Ting, Mphil-thesis at Cambridge University.

$$\text{下落した場合} = \left( \frac{\mu - \frac{\sigma}{2}}{\sigma} \right)$$

$\mu$ ＝収益率の増加率

$\sigma$ ＝収益率の標準偏差

前述のように空き店舗の多い中心市街地の場合、開発が行われるまでは空き店舗の状態の継続、駐車場などに利用する、などが考えられる。この場合、開発を「延期」をするのは、一期開発を遅らせることによって追加情報を得るためである。なお、不確実性を考慮しない一般的な DCF (Discount Cash Flow) 理論ではプロジェクト価値が投資コストを上回った時点で開発がなされるとされているが、投資の延期などのオプションを含む価値が存在する場合、さらに、不確実性をクリアするような時点まで開発がなされない。つまり、不確実性（価格が下落する可能性）が存在するために今期の開発を延期して次期に開発を行うケースもありうる。

続いて、中心市街地での開発規模を拡大する場合、縮小する場合などについてそれぞれの定式化を行う。

### 3-2 中心市街地再開発拡大オプション (Option to expand)

中心市街地の開発拡大オプション (Option to expand) とは、マーケットの状況が改善した場合、経営規模を拡大するオプションのことを示す。中心市街地の例に則して言えば、不動産市場が改善した場合、埋没費用は高いが収益率も高い賃貸住宅などの建設が促進され、場合によっては追加投資によって建設規模が拡大される。定式化は以下に示される。

$$E^+ = \max[V^+, \beta_1 V - I_1]$$

$$E^- = \max[V^-, \beta_1 V - I_1]$$

$I_1$  = 拡大投資を行った場合にかかるコスト

$V^+$  = 状況が改善した場合の開発投資から得られる収益

$V^-$  = 状況が改善しなかった場合の開発投資から得られる収益

$\beta_1$  = 開発規模拡大率

上式では、事業を拡大した場合、収益が $\beta_1$ 倍になりその分、事業拡大に必要なコストが必要となる例が示されている。マーケットの状況が思わしくない場合には従来規模の収益を維持すればよい。改善したケースでは $\beta_1(V - I_1)$ が、そして改善しなかったケースでは、 $V^-$ が採用される。事業規模の拡大率は様々なケースが考えられる。当然ながらこの価値は $\beta_1$ や $I_1$ のパラメータ値に影響されるが、これらに初期条件を代入した場合の不動産価値の変化については後述する。

### 3-3 縮小オプション (Option to contract)

Trigeorgis (1996)<sup>(8)</sup>, Paxon (1997)<sup>(9)</sup> によって、「投資規模縮小オプション (Option to contract)」が提案されている。「拡大オプション (Option to expand)」の考え方と同様に、あるプロジェクトのスケールを将来のマーケットの状態に応じて縮小させることを「縮小オプション (Option to contract)」と呼ぶ。これは金融オプションの「Put オプション」のケースと同じである。1期後のマーケットの状態が思わしくない場合、プロジェクトを縮小することによって不動産投資リスクを下げる事が可能となる。Trigeorgis (1996) によって提案されたのは、開発以降毎年一定の維持費用がかかる場合、マーケットの状況次第によっては経営規模を半減させる (50%の縮小率、費用も半減させる)。一般的には以下によって定式化される。

(8) Trigeorgis, L., 'Real Options', The MIT Press, p163, 1996 参照

(9) Paxon, D., 'Troia Resort Real Options', presentation paper at Property Research Unit, Cambridge, 1997 参照



$$E^+ = \max[V^+ - I, \beta_2 V - I_2]$$

$$E^- = \max[V^- - I, \beta_2 V - I_2]$$

$I$  = 通常の開発コスト

$I_2$  = 事業縮小投資を行った場合にかかるコスト

$V^+$  = 状況が改善した場合の開発投資から得られる収益

$V^-$  = 状況が悪化した場合の開発投資から得られる収益

$\beta_2$  = 縮小率

経営規模を何%下落させるかについては初期値の設定次第だが、下落率(Contract Ratio)の変化によってオプション価値も変化するものと思われる。中心市街地再開発のケースについては、いったん開発したビルの規模を縮小させる場合を示している。将来の不動産市場の不確実性が高い場合にはこの可能性が考えられる。空室率が高い場合、その不動産の収益率は下落する。この場合、事業規模を縮小することによって空室にかかる運営コストを節約できる。仮に規模を縮小してその分の土地を売却した場合には、各種節税にもつながるであろう。

### 3-4 中心市街地再開発の混合(拡大と縮小)オプション(Compound Option)

続いて「混合オプション」についてみてみよう。開発地からの収益が上昇した場合には事業を拡大して、逆に下落した場合には事業を縮小する場合を混合オプションと定義する。この場合、オプション価値はどのように変化するのかを考察してみよう。その定式化は以下に示される。

$$E^+ = \max[V^+ - I_1, \beta_1 V - I_1]$$

$$E^- = \max[V^- - I_1, \beta_2 V - I_2]$$

$\beta_1$  = 拡大率,  $\beta_2$  = 縮小率

Barbara (1996) は混合オプションの計測を行い、その結果、混合オプションではオプションを含まないケースと比較して価値は 1.4 倍に上昇する点を指摘している。彼女のモデルでは確率推移が事前に決定されており、それにもとづいてオプション価値も計算されている。しかし、実際には収益の推移確率を所与としてオプション価値を計算することは好ましくない。推移の最終確率が不確実であるという前提が崩れてしまうからである。

これまでのオプションに関する理論的な議論を踏まえて、次節では不確実性の指標として乱数を発生させ、以下モンテカルロシミュレーションを実施し上記の価値を計測した。

## 4 節 結果報告

### 4-1 前提条件

本節では、①延期、②拡大、③縮小、④混合型の中心市街地再開発オプションの価値の計測を行った。表 1 に示された前提条件を用いてモンテカルロシミュレーションを行った。なお、初期値は 1 とした。

表 1 シュミレーションの前提条件

数値例の前提条件	
ボラティリティ	変動 (0.1-0.9まで0.1ごとに変動させる)
市場利子率	0.01
初期値	1
再開発費用	0.03
収益	0.1

注) モンテカルロシミュレーションの反復回数は 5000 回とした。

### 4-2 延期オプション価値 (Option to Wait) の計測

本節では延期オプションプレミアムの計測を行った。オプションプレミアムとは、オプション価値と DCF 法での価値の合計に占めるオプション価値の割

合のことを示す。特に変動率との関係を見るためにボラティリティ（変動率）の変化とオプション価値との関係を考察したのが以下図2である。

図2 延期オプションのオプションプレミアム

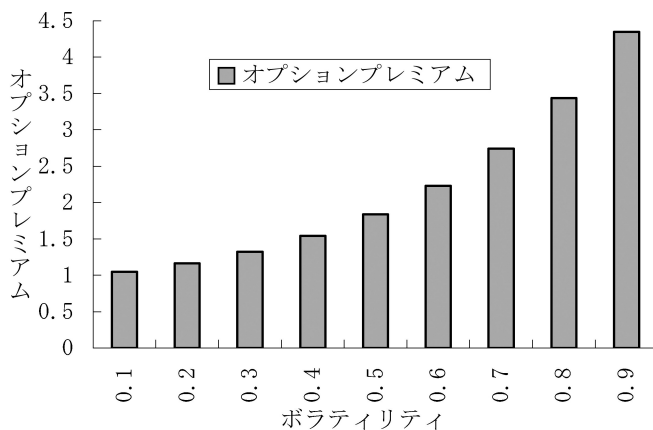


図2より、収益の変動率が30%（上記ボラティリティ 0.3）の場合、延期オプションのオプションプレミアムは約50%となっている。又、オプション価値はボラティリティの変化によって敏感に反応（上昇）している点がわかる。ボラティリティが0.5を上回ったあたりから急激にオプション価値が上昇しているが、10%から40%程度まではオプション価値はそれほど大きく上昇していない。この分析によって、高いボラティリティの環境下では延期オプションの価値が急激に上昇している点が示されている。

#### 4-3 拡大オプションの計測（Option to Expand）

続いて、拡大オプションを含む価値を計算してみよう。拡大率は最小1.5から最大3.0までの範囲で0.5刻みで計測を行った（表2参照）。

表2より以下の諸点が指摘できる。第一に、拡大率が高いほどオプション価値は上昇している点である。このモデルでは拡大率に対してコストを一定とし

ているために、拡大率上昇＝オプション価値の増大となっているが、実際にコストも同率で上昇しているとした場合には、オプション価値の拡大率は下落するであろう。これは、Paxon (1997) がポルトガルのリゾート開発を例にして考察を行った結果とほぼ同様の点である。<sup>(10)</sup>

第2に、事業規模の拡大率を最大の3倍としたケース4でも、実際の価値の上昇分は2倍程度であった。事業規模の拡大がそのままオプション価値の倍率にはなっていない点が興味深い。このことは、事業を拡大しても、拡大規模と同じ倍率ほどにオプション価値の拡大率は高くないことを示している。

表2 拡大オプション

拡大率	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
オプション価値	1.42	1.69	2.43	3.10

注) 拡大率ケース1、 $\beta = 1.5$ 、ケース2、 $\beta = 2.0$ 、ケース3、 $\beta = 2.5$ 、  
ケース4、 $\beta = 3.0$

#### 4-4 縮小オプション (Option to Contract)

次に収益が下落した場合の「事業縮小オプション」の計測結果を以下に示したい(表3参照)。

表3 縮小オプション

確率	ケース1	ケース2	ケース3	ケース4
オプション価値	1.19	1.22	1.24	1.31

注) 縮小率ケース1、 $\beta = 0.5$ 、ケース2、 $\beta = 0.6$ 、ケース3、 $\beta = 0.7$ 、  
ケース4、 $\beta = 0.8$ 、ケース5、 $\beta = 0.9$

縮小オプションの場合も拡大オプション同様、オプション価値は上昇してい

(10) Paxon (1997) のモデルでは収益の推移確率ノードを最初から設定して分析を行っているが、本ケースにおいてはモンテカルロシミュレーションを用いて確率計算を行っている。

る。しかし、その上昇率は低く、最大でも 1.3 倍程度である。縮小オプションは戦略的不動産投資でいうところの守りのオプションといえる。つまり、不利な状況を回避する「縮小型」は相対的にオプション価値の上昇率は低い。

#### 4－5 混合型オプション価値 (Option to Compound)

最後に、収益上昇期と下落期のそれぞれにおいて拡大と縮小の両方のオプションを同時に扱った混合型オプションのケースを確認してみよう（表 1 と表 2 のそれぞれの条件を同じケースごとに組み合わせている）。ここでは、将来的に収益の上昇が見られた場合には拡大オプションを、そして縮小が見られた場合には縮小オプションを用いることを想定している。不動産価値が確率的に変化するときには、このような流動的な価値計算によって不動産価格は大きく変化する。以下の表 4 を参照されたい。表 4 が示すように、混合型オプションでは価値の上昇率をもっとも高く、最大の拡大率と最低の縮小率によってリスクのヘッジをした結果、その値は現在の投資価値の約 4 倍となっている。

表 4 混合オプション

確率	ケース1	ケース 2	ケース 3	ケース 4
オプション価値	1.25	1.77	3.31	4.31

モンテカルロシミュレーションを用いたこの分析によっても、Paxon (1997) が示す結果と同様のものが得られたが、我々の結果の方が若干大きな値となっている。

### 5 節 スイッチオプション

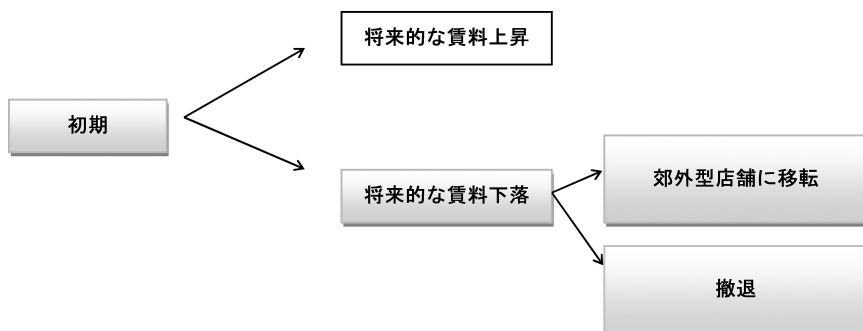
#### 5－1 中心市街地から郊外型店舗へのスイッチ

続いて、中心市街地に店を構える店舗のオプションを考慮したプロジェクトについて考えよう。このプロジェクトは中心市街地の商業施設が街並み整備の

ためのコンバージョン（外観をレトロ風にそろえ、内装は近代化する）を想定している。この計画を実施した場合、1店舗あたりの一ヶ月の売上げが現在100万円（マーケット価値）、次の期に約120万円（上昇のシナリオ）と約80万円（下落のシナリオ）に変化、そして現在のこのプロジェクト費用が約104万円であるケースを想定する。また、収益の下落が予想される場合には、郊外型店舗に営業をスイッチする（新しく店を構える）オプションを有するものとする。このスイッチオプションは混合オプションの変形とらえることが出来る。

以下の意思決定ツリーを参照されたい（図3参照）。

図3 中心市街地の店舗の選択の意思決定ツリー



ところで、中心市街地の活性化に関しては様々な環境の可能性が考えられる。その一つがある地域全体の小売マーケットが今後拡大するか否かの視点である。例えば簡単なケースとしてある地域の小売マーケットの潜在的なパワー（売上げなど）(M)は、郊外型店舗(O)（成長率GO）と、中心市街地(C, 成長率GC)の積となっているとしよう。一方で、新たな（追加的な）Oの拡大により、様々な状況変化が生まれるが、この点を簡単にモデル化してみよう（数式1参照）。

$$M^{GM} = (O^{GO} \cdot C^{GC}) \quad (\text{注：GM は M の成長率}) \quad (1)$$

これを対数化すると

$$GM \log M = GO \log O + GC \log C \quad (2)$$

となる。(2) 式の左辺が高度経済成長期のころのように一定率 GM で成長を続ける場合、GM = GC、もしくは GM < GC のケースでは、中心市街地もシェアを伸ばすことが出来るが、逆に GC < GO かつ GO > GM、GO = GM のケースでは郊外型の大型店舗が中心市街地の売上げを奪うことで成長することとなる。

1980 年代後半からは、後者のケースが続いているものと思われる。

著者が 2009 年に現地調査を行った香川県高松市では約 400 万人の商圏人口が眠るといわれ、そのパイを奪い合うために、中心市街地商業施設と郊外型施設との激しい戦いが繰り広げられており、その勢いがとまらない。20 年ほど前までは郊外型店舗の進出に関しては無風地帯であったが、現在（ここ数年）は夢タウン（1998 年 9 月、店舗面積 52,962 m<sup>2</sup>）、イオン（2007 年 4 月、床面積 42,000 m<sup>2</sup>）、マルナカ栗林（1998 年 7 月、床面積 8,746 m<sup>2</sup>）などさまざまな店舗が進出している（この 10 年間の郊外型店舗の増加率では全国トップクラスといえる）。なお、これに対する中心市街地は丸亀商店街（床面積 20,000 m<sup>2</sup>）、三越（床面積 22,474 m<sup>2</sup>）、天満屋（床面積 29,196 m<sup>2</sup>）であり、床面積の面では中心市街地の商業施設は圧倒的に不利な状況におかれている。

さらに高松市の外部にもイオン綾川（2008 年 7 月、綾川町）、夢タウン三豊（2008 年 11 月、三豊市）などが続々と建設された。イオン綾川は 4 万 m<sup>2</sup> の広さで面積規模においては周辺地区の商業施設を圧倒している。まさに、香川県は郊外において大規模小売店の乱立の様相を呈しているのである。この結果、中心市街地の丸亀町の歩行者交通量は 33,000 千人（1989 年）から 12,000 千人（2008 年）へと減少傾向を見せている。

つまり、中心市街地の商店主はこうした状況に合わせて最適な店舗戦略の採用が迫られている。

この場合、中心市街地に店を構える小売店舗のとりうる最適戦略は、中心市街地での営業の縮小・撤退オプションもしくは大型店舗での開店オプションということになる。特に後者の場合が現実的と考えられるので、この場合のオプションをスイッチオプションと呼ぶこととしよう。これをモデル化すると以下、

$$E^+ = \max[V^+, 0]$$

$$E^- = \max[V^-, OUT + -]$$

$V^+$  = 状況が改善した場合の再開発から得られる収益

$V^-$  = 状況が改善しなかった場合の再開発から得られる収益

OUT = 郊外型大型小売り店舗からの収益 (+ (プラス) は上昇のケース, - (マイナス) は下落のケース)

が得られる。モータリゼーションの進展と日本特有の郊外型店舗の構造（中心市街地との住み分けがなされない状況）により、多くの地方都市では、(2) 式の左辺が一定もしくは縮小している。また郊外型店舗がプラス成長を続ける限り中心市街地の売上げは減少することとなる。多くの店主がこうした地域を離れ、郊外型店舗内に店を持ちたがるのは、ある意味で合理的な選択といえよう。ただし、郊外型店舗への出店は出店費用なども含めてリスクも伴う。つまり、不確実性が存在するためにオプション価値を有することとなる。

### スイッチオプション価値を求める

以下、中心市街地の将来的な収益の変化によって中心市街地の店主は改装か、撤退か（現状維持）のいずれかを選ぶオプションを想定し、そのオプション価値の計測とこのようなオプションが存在しない場合の価値の計測を行った。なお、郊外型店舗への出店は既存店の改装費用のそれよりも1.5倍高く、1㎡あたりの収益は一ヶ月95万円から5万円ごとに上昇するケースを想



定している（2007年に年に著者が大阪府岸和田市で実施した調査などより類推<sup>(11)</sup>）。

表5 スイッチオプションのシュミレーションの前提条件

項目	設定値
ボラティリティ	0.2
利子率	0.02
初期価値	100
1期後の価値（＋）	121.97
1期後の価値（－）	81.98
コスト	104
1期後のコスト	106.08
上昇確率	0.50
下落確率	0.49

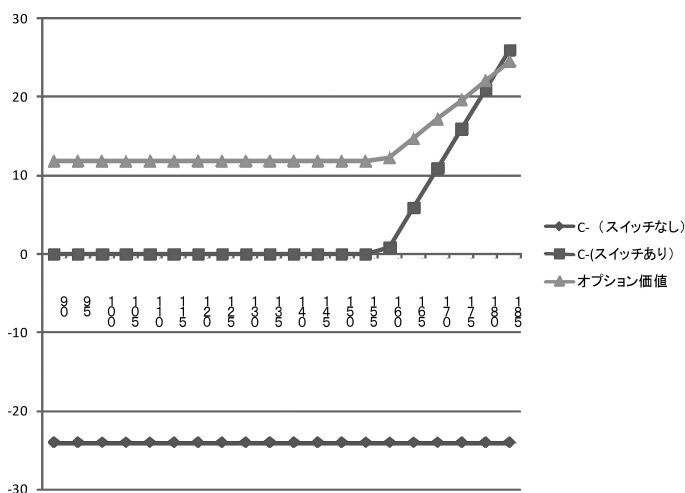
## 5－2 計測結果

以下、上記オプション価値を見てみよう。まずは収益のボラティリティを一定にさせたうえで、郊外型店舗の収益が変化した場合のスイッチオプション価値についてみてみたい（図4参照）。

この結果の示すところは興味深い。郊外型店舗へのスイッチが起こるのは1月当たりの郊外型店舗の収益が160万円を超えたところである（時期においてこの商店街の店舗の上昇価値が約121万円、下落価値は81万円と想定されている）。郊外型店舗の収益が商店街の収益より高いが、郊外型店舗への参入コストが高いので、このライン（つまり、160万円）をクリアしない場合には参入しない。このラインまでは、商店街での再開発が優先され、約10万円程度のオプション価値を有している。しかし、このラインを超えるとそのオプション価値は大きく上昇する（30万円近くまで上昇）。商店街に店を構える商店主にとっては、郊外型店舗への出店に関してこのような期待収益に関する「閾値」が存在し、その場合は上記オプション価値の値にも変化が生じることがわ

(11) 足立基浩『まちづくりの個性と価値』日本経済評論社、2009年、42-51頁を参照

図 4 郊外型店舗へのスイッチオプションと収益の関係  
(横軸が 1 ヶ月の収益, 縦軸がオプション価値: 単位万円)



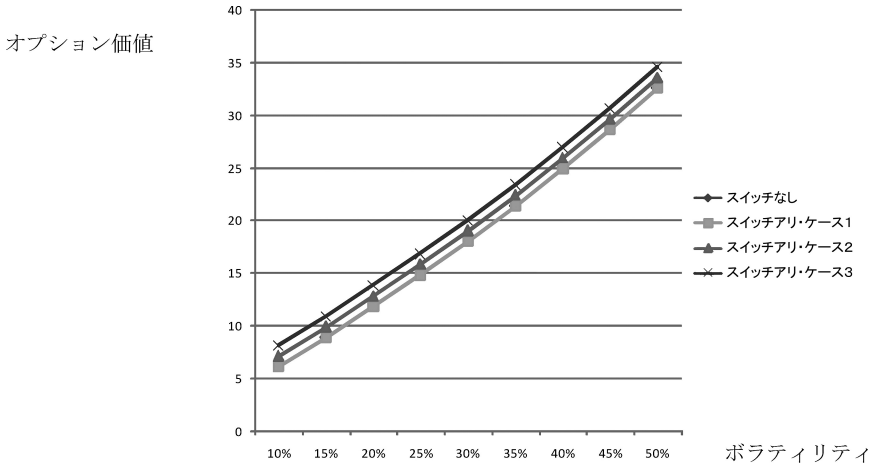
かった。

将来が不透明な場合, 郊外型店舗への出店を含めて商店街が動けない状態である実情を示す一つの有力なモデルといえよう。

続いて, ボラティリティの変化とスイッチオプション価値との関係についてみてみよう。初期設定においては, 先のモデルと同じであるが, 商店街の一店舗あたりの平均収益が下落した場合に (図 3 を再び参照), 郊外型店舗の収益はその収益の 1.5 倍 (ケース 1), 2 倍 (ケース 2), 2.5 倍 (ケース 3) の 3 ケースを想定している。郊外型店舗への出店コストは商店街のコンバージョン (改装) コストと比較して 1.5 倍で一定とした。

図 5 より, スイッチの場合のオプション価値はボラティリティの変化 (10% から 50%) に合わせて約 6 万円から 35 万円程度に上昇することがわかる。また, スイッチオプションの設定条件 (ケース 1 からケース 3 まで) に合わせて 3 万円程度の差があるが, ボラティリティの水準によって, この差は拡大しないことがわかる。特に将来への変動が激しい時には, このスイッチオプション

図5 スイッチ・オプション価値とボラティリティとの関係  
(縦軸＝オプション価値 (万円))



の魅力が高まることがわかる。

## 6 節 まとめ

本論文では、やや簡易的なリアルオプションモデルを用いて現実世界でのその応用の可能性について議論した。また、様々な種類（延期（defer）、拡大（Expand）、縮小（Contract）、混合（Compound）のオプション価値の計測を行った。その結果、ボラティリティが大きいほどオプション価値は高くなる点が確認された。また、それぞれのオプション価値を比較した結果、混合型オプションのケースが一番高く、最大で4.31倍であった。これはオプションを含まない場合の価値の約4倍であり、戦略的な経営によって投資価値が大きく増大する点を確認された。

さらに、中心市街地に店を構える店舗の様々なオプション価値の中から郊外型店舗への将来的出店を加味した場合のオプションである「スイッチオプション」の価値を計測した。この結果、スイッチオプションが存在しない場合とする場合とで常に3万円程度の価値の差が生じ、またボラティリティの上昇に

よって価値が大きく増加する点を確認した（ボラティリティが10%と50%と比較した場合、オプション価値が6万円から35万円へ大きく上昇）。

オプション価値の上昇は、「開発」「コンバージョン」の「将来」への価値を高める結果、現在は開発されないこととなる。中心市街地の多くが現在停滞している理由の一つにこうしたスイッチへのオプションが大きい点が指摘されよう。また、郊外型店舗の営業利益も低迷し、ボラティリティも低い地域では、当然のこととしてスイッチオプションの魅力も薄れる。この点に関する実証分析は今後の課題としたい。

### 補論 連続型確率変数のオプション価値の求め方

オプション価値を  $W(y_h)$  とする場合、これがどのような形をしているのか調べてみよう。ここでは、Capozza and Li (1994) のモデルを応用して連続型のオプションモデルの定式化を行う。以下土地所有者の資産最大化を仮定する。また、更地が最適な時期に賃貸アパートへ転用されるケースを想定する。

#### ～仮定～

開発後の土地利用からの期待収益（＝賃料）は完全予見のケースとは異なり、以下の確率過程（Stochastic Process）に従うものとする。

$$dy_h = \alpha y_h dt + \sigma y_h dz \quad (3)$$

$y_h$  = 賃料水準

ここで、土地開発者はリスク中立的であり、 $\alpha$  は賃料の平均成長率、 $\sigma$  は賃料の変動率、また  $dz$  は幾何的ブラウン運動をするものとする。

この時、 $W(y_h)$  は以下の伊藤の命題を満たしていることが知られている。

$$dW(y_h) = W'(y_h) dy_h + \frac{1}{2} \sigma^2 y_h^2 W''(y_h) dt \quad (4)$$

ここで、無裁定条件から、土地の期待収益率（キャピタルゲイン込みの）は

無リスク資産の収益率に等しいので以下 (5) 式が成立する。

$$rW(y_h)dt = E(dW(y_h)) \quad (5)$$

(4) 式の期待値に (3) 式、(5) 式を代入すると、以下の 2 階の偏微分方程式が導出される。

$$(rW(y_h))dt = \left( \alpha y_h W'(y_h) + \frac{1}{2} \sigma^2 y_h^2 W''(y_h) + A \right) dt \dots t < T \quad (6)$$

ここで、

$W(y_h)$  = 土地の価値

$W'$  は  $W$  の  $y_h$  に対する一階の偏微分値

$W''$  は  $W$  の  $y_h$  に対する二階の偏微分値

$A$  は更地からの収益

である。

(6) 式右辺において、最初の 2 項は開発地からのキャピタルゲインを示している。また第 3 項は更地からの収益を表している。つまり、右辺は更地の要求収益を表している。この方程式は 2 階の微分方程式の形をとっている。したがってその一般解は

$$W(y_h) = K_1 y_h^{\beta_1} + K_2 y_h^{\beta_2} \quad (7)$$

で与えられる。ただし  $K_1$  と  $K_2$  は定数であり、 $\beta_1$  と  $\beta_2$  は以下の特性方程式の解である。

$$\frac{1}{2} \sigma^2 \xi(\xi-1) + (r-\delta)\xi - r = 0 \quad (8)$$

なお、特殊解は以下で与えられる。

$$= \int_0^{\infty} \frac{A}{r} e^{-r(t-T)} dt = \frac{A}{r}$$

したがって、(8) 式を解くことにより

$$\beta_1 = \frac{-m + \sqrt{m^2 + 8\sigma^2 r}}{2\sigma^2} \quad (9a)$$

$$\beta_2 = \frac{-m - \sqrt{m^2 + 8\sigma^2 r}}{2\sigma^2} \quad (9b)$$

が得られる。

ただし、 $m = 2r - \alpha - \sigma^2$ とする。

ここで、(8) 式を満たす特性根のうち、ひとつは1より大、もう一つは負値である。次に、(8) 式が満たすべく境界条件を特定化することにより、 $K_1$ と $K_2$ を求めよう。ここで、 $W(y_h)$ は以下の初期条件を満たしている。

$$W(0) = 0 \quad (10a)$$

$$W(y_h^*) = V(y_h^*) - C \quad (10b)$$

$$W_{y_h}(y_h^*) = V_{y_h}(y_h^*) \quad (10c)$$

まず、 $y_h$ が極めて小さいとき、有限時間内に転換が行われる確率は極めて低い。よって、転換の価値はゼロになる。これが(10a)式で示されている。このとき、 $\beta_2$ はゼロ以下となり、 $K_2 y_h^2$ はゼロになり、オプション価値は $W(y_h^*) = K_1 y_h^{*\beta_1}$ と表現される。開発後の価値は、 $\frac{y_h^*}{r} - C$ として表現される。以上をまとめると開発前と後でオプション価値は以下の式によって示される。

$$W(y_h^*) = \begin{cases} K_1 y_h^{*\beta_1} + \frac{A}{r} & (11a) \\ \frac{y_h^*}{r} - C & (11b) \end{cases}$$

ここで注目すべきは、更地の開発者が最適なタイミングで開発を行う条件は状態変数であるの値 $y_h$ に依存しているという点である。この最適な開発タイミング $T$ では以下の条件が成立している。

$$K_1 y_h^{*\beta_1} + \frac{A}{r} = \frac{y_h^*}{r} - C \quad (12)$$

この(12)式は、価値一致条件 (Value Matching Condition) と呼ばれ、転換時点において不動産の活用状態に関係なく、価値が一致していることを示している。また、この値はこれが最適値になっていなければならない。この条件は円滑接着条件 (Smooth Pasting Condition) と呼ばれ、この条件を用いれば、若干の計算の後、最適開発時期での賃料水準は以下のように求められる。

$$y_h^* = \left( \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \right) \left( r \left( C + \frac{A}{r} \right) \right) \quad (13)$$

なおここで、 $P = \frac{A}{r}$  とする。

これを変形して、最適開発時期での賃料は以下で与えられる。

$$y_h^* = \left( \frac{\beta_1}{\beta_1 - 1} \right) \left( r \left( C + \frac{A}{r} \right) \right)$$

なお、 $t < T$  でオプション価値は以下のように求められる。

$$W(y_h) = \left( \frac{y_h^*}{r} - (C + P) \right) y_h^{*(-1)} y_h^{\beta_1} \quad (14)$$

また、 $T < t$  においては

$$W(y_h^*) = \frac{y_h^*}{r} - C \quad (15)$$

McDonald and Siegel (1986) は税を考慮に入れないモデルを用いてオプション価値が開発コストの2倍を越えた段階で開発が行われるという実証結果を発表している。連続型のモデルでは、オプションプレミアムの計算は可能であるが、離散型のモデルのような拡大オプション、縮小オプション、混合オプションなどのような価値の計測はできない。

## 参考文献

1. 前川俊一・足立基浩『最適開発時期に対する固定資産税の効果』明海大学不動産学部論集 (1996年)
2. 岩田規久男他編『土地税制の理論と実証』東洋経済新報社, 1993年
3. 足立基浩『和歌山市の農業経営および農地利用に関する一考察』地域研究シリーズ第20号 (2000年)
4. Adachi, M, Patel, K, 1999, "Agricultural Land Conversion and Inheritance Tax Effect" Review of Urban and Regional Development Studies 11-2.
5. Anderson, J. E., 1993, "Land Development, Externalities, and Piguvian Taxes", Journal of Land Economics 33, pp.1-9.
6. Arnott, R., 1998, "Neutral Property Taxation" Proceedings of AREUES conference at Maui U.S.A.
7. Bar-Ilan, A and W. Strange., 1996, "Urban Development with Lags", Journal of Urban Economics, Vol. 39, pp87-112.
8. Bentick, B., 1972, "Improving allocation of land between speculator and users: taxation and paper land", The Economic Record, Vol.48, pp18-41.
9. Capozza, D.R., and Li, Y., 1994, "The intensity and timing of investment: The case of land," American Economic Review, Vol.84, No.4, pp889-904.
10. McDonald, R. and Siegel, D., 1986, "The Value of waiting to invest," Quarterly Journal of Economics, Vol. 101, No.4, pp111-144.
11. Patel, K., and Sing, T. F., 1999 "Empirical Evaluation of the value of waiting to invest", The AREUEA International conference proceeding, p1-p16.
12. Quigg, L., 1993, "Empirical Testing of Real Option Pricing Models," The Journal of Finance, Vol.68, No.2, pp.621-639.
13. Skouras, A., 1978 "Non-neutrality of Land taxation", Public Finance, No.1-2 Vol. XXX12/XXX12, pp113-134.